







## 【特許請求の範囲】

【請求項1】電気信号をデジタル情報に変換する読み出し回路と、前記デジタル情報に誤りがあった場合、これを検出する誤り検出回路と、前記デジタル情報を一時蓄積するバッファメモリと、前記デジタル情報に誤りを検出した場合、前記誤りを含むデジタル情報が記録されたディスク上の区画を読み直すリードリトライ機能とを備え、読み出された前記デジタル情報を前記バッファメモリへ蓄積する段階で、前記デジタル情報に誤りを検出した場合、前記バッファメモリ上に既に蓄積されているデ

ジタル情報であるキャッシュデータの容量に応じて前記リードリトライの実行回数を制限するための上限値を定め、この上限値以下の回数に限りリードリトライを実行して前記デジタル情報を前記バッファメモリに一時蓄積し、前記蓄積されたキャッシュデータを送出して、規定の再生速度で連続的に再生することを特徴とするディスク装置。

【請求項2】請求項1記載のディスク装置において、前記キャッシュデータの容量に応じて定められる前記リードリトライ実行回数の上限値は、前記バッファメモリの記録容量の範囲内で設けられた複数の閾値に対してそれぞれ定められ、前記閾値の内、最大の閾値に対して定められた前記リードリトライ実行回数の上限値が最も大きいリードリトライ実行回数であることを特徴とするディスク装置。

【請求項3】請求項1記載のディスク装置において、前記キャッシュデータの容量に応じて定められる前記リードリトライ実行回数の上限値は、前記バッファメモリの記録容量の範囲内で設けられた複数の閾値に対してそれぞれ定められ、前記メモリ容量の閾値が大きくなるにつれて、メモリ容量の閾値に対して定められるリードリトライ実行回数の上限値を大きくすることを特徴とするディスク装置。

【請求項4】請求項1記載のディスク装置において、前記キャッシュデータの容量に応じて定められる前記リードリトライ実行回数の上限値は、前記バッファメモリの記録容量の範囲内で設けられた複数の閾値に対してそれぞれ定められ、前記キャッシュデータの容量が前記複数の閾値のうち、最小の閾値以下である場合は、前記リードリトライを実行しないことを特徴とするディスク装置。

【請求項5】請求項1記載のディスク装置において、前記キャッシュデータの容量に応じて定められる前記リードリトライ実行回数の上限値は、前記バッファメモリの記録容量の範囲内で設けられた複数の閾値に対してそれぞれ定められ、前記閾値は、前記閾値に対して定められた前記上限値の回数だけリードリトライを実行する間に送出されると見積もられるキャッシュデータの容量と同等以上の容量が確保されることを特徴とするディスク装置。

【請求項6】請求項1記載のディスク装置において、前記キャッシュデータの容量に応じて定められる前記リードリトライ実行回数の上限値は、前記バッファメモリの記録容量の範囲内で設けられた複数の閾値に対してそれぞれ定められ、リードリトライの対象となる前記デジタル情報に対して、前記リードリトライを新たに実行しようとする段階で、既に行われたリードリトライの総実行回数が、その時点でのキャッシュデータ容量における前記リードリトライ実行回数の上限値に満たない場合に限り、前記リードリトライを実行することを特徴とするディスク装置。

【請求項7】請求項5記載のディスク装置において、前記閾値に対して定められる前記上限値の回数だけリードリトライを実行する間に送出されるキャッシュデータの容量は、前記ディスクの回転速度を考慮して見積もることを特徴とするディスク装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報記録媒体であるディスクを再生することができるディスク装置に係り、特に、ディスクから映像や音楽を再生する場合のように再生速度が規定されている場合に、連続的に再生すべき情報を読み取り、規定の再生速度で連続的に再生する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】再生速度が規定され、連続的に再生すべき情報を、前記規定の再生速度で連続的に再生することを、以下、リアルタイム再生と称す。映像や音楽の様に再生速度が規定されており、連続的に再生すべき情報が記録されたディスクから、この情報を規定された再生速度を上回る転送レートで読み取り、これを一時的にバッファメモリへ格納した後、このバッファメモリからこの情報を送出し、規定の再生速度で連続的に再生させることにより、リアルタイム再生を実現するディスク装置が製品化されている。

【0003】前記ディスク装置がディスクから映像や音楽などの再生情報を読み取る際、ディスク装置へ加わった振動などの外乱の影響や、ディスク上に付いた傷の影響により、再生情報に誤りが発生する場合がある。この誤りを防ぐために、ディスク装置では、ディスクから再生情報と共に、CIRC (Cross Interleaved Reed-Solomon Code)、その他公知の誤り訂正方法に基づいて付加された誤り訂正情報を読み取り、これにより、再生情報に含まれる誤りを検出し、訂正することができる。しかしながら、誤りの程度が、誤り訂正方法の訂正能力の限界を超えた場合は、誤り訂正不可能となる。誤りを含んだ再生情報を用いて映像や音楽を再生すると、映像の一部が乱れたり、音楽にノイズが入ったりして、再生に悪影響を及ぼす。

【0004】誤りを含んだ再生情報に対してリードリ

ライを行うと、ディスク装置へ加わった振動などの外乱が変わり、読み取り動作に対する外乱の影響度が変わるため誤り訂正が可能になる場合がある。また、ディスクに傷などがある場合には、ディスク装置内で設定する読み取り動作に関するパラメータ、例えば、サーボゲインなどを変化させたりすることにより、ディスク上に付いた傷の、読み取り動作に対する影響度が、前回の読み取り時と変化して、誤り訂正が可能となり、誤りを含まない再生情報が得られることがある。例えば、サーボゲインが高いと傷に反応し易く、サーボ外れが起きるが、サーボゲインを下げると、再生情報を読めるようになる場合がある。このように、ディスク装置は、リードリトライを行うことにより、誤りのない再生情報を取得する機会を得ることができる。

【0005】しかし、ディスク装置でリアルタイム再生を行う場合は、リードリトライを行っている間にキャッシュデータ（ディスク装置のバッファメモリに蓄積されている映像や音楽の再生情報）をすべて送出し尽くすと、リアルタイム再生が中断されてしまうという問題がある。この問題に対処するために、リアルタイム再生を行う際に、下記のような対策をディスク装置に施すことが考えられる。

【0006】第1のディスク装置では、リアルタイム再生が中断されることを避けるため、ディスクから読み取った再生情報に誤りを検出した場合、リードリトライを行わずに該再生情報をキャッシュデータとして取得し、送出する。

【0007】第2のディスク装置では、ディスクから読み取った再生情報に誤りを検出した場合、1回以上の第1の或る規定回数Aを上限とした回数のリードリトライを行い、誤りのない再生情報を取得する機会を設ける。ここで、上記規定回数Aは、リアルタイム再生が中断される可能性を低くするために、読み取り動作を一時的に中断しても支障がない情報（リアルタイム再生を必要としない情報、例えば、ディスクに関する情報や自分で作成した情報）を読み取る場合のリードリトライ実行回数の上限值として設定された、第2の或る規定回数Bより小さい値であることが特徴である。なお、上記規定回数Aだけリードリトライを繰り返しても誤り訂正不可能であった場合は、この再生情報をキャッシュデータとして取得し、送出する。

【0008】第3のディスク装置では、ディスクから読み取った再生情報に誤りを検出した場合、キャッシュデータの容量が第1の或る閾値Cより大きい場合は、1回以上の第3の或る規定回数Dを上限とした回数のリードリトライを行い、誤りのない再生情報を取得する機会を設ける。一方、キャッシュデータの容量が前記第1の閾値C以下の場合には、リアルタイム再生が中断されることを避けるため、リードリトライを行わずに該再生情報をキャッシュデータとして取得し、送出する。なお、キャ

ッシュデータの容量が第1の閾値Cより大きい場合に、第3の規定回数Dだけリードリトライを繰り返しても誤り訂正が不可能であった場合には、この再生情報をキャッシュデータとして取得し、送出する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】第1のディスク装置は、ディスクから読み取った再生情報に誤りが含まれていた場合、誤りのない再生情報を得るためのリードリトライを試みないため、誤りを含んだ再生情報を再生してしまうことを回避することができない。

【0010】第2のディスク装置は、ディスクから読み取った再生情報に誤りが含まれていた場合、キャッシュデータの容量に関らず、必ず1回以上、第1の規定回数Aを上限とした回数のリードリトライを行うため、規定回数Aが第2の規定回数Bより小さい値であるとはいえず、リードリトライを行っている間にキャッシュデータをすべて送出し尽くし、リアルタイム再生が中断されてしまう可能性が残存する。

【0011】第3のディスク装置は、ディスクから読み取った再生情報に誤りが含まれていた場合、キャッシュデータの容量が第1の閾値Cより大きければ、第3の規定回数Dを上限としてリードリトライを行うため、ディスク上に付いた致命的な傷の影響により全く訂正が不可能な誤りを含んだ再生情報Eを読み取る場合にも、この再生情報Eに対して必ず第3の規定回数Dの回数だけリードリトライを行うことになる。従って、第1に、該再生情報Eに対するリードリトライを行う間にキャッシュデータの容量が第1の閾値C以下に減少した場合に、この再生情報Eの更に次に読み取る再生情報Fに対してリードリトライする機会が失われてしまうという問題がある。これを、問題Gと呼ぶことにする。第2に、或る再生情報に対して、数回のリードリトライにより訂正可能となる程度の誤りが含まれていた場合、キャッシュデータの容量に余裕があり、第3の規定回数Dを超える回数のリードリトライを行ってもキャッシュデータの容量が第1の閾値C以下になる可能性が極めて低い場合であっても、第3の規定回数Dを超える回数のリードリトライを試みることはない。この結果、誤りを含んだ再生情報を送出してしまうことがあるという問題がある。これを、問題Hと呼ぶことにする。

【0012】ここで、第3の規定回数Dに相対的に小さい値を設定している場合は、誤りを含む再生情報に対するリードリトライの回数が相対的に少なくなるため、問題Gが発生する可能性を低くすることができる反面、問題Hが発生する可能性が高くなるという問題がある。これを問題Iと呼ぶことにする。一方、第3の規定回数Dに相対的に大きい値を設定している場合は、誤りを含む再生情報に対するリードリトライの回数が相対的に多くなるため、問題Hが発生する可能性を低くすることができる反面、問題Gが発生する可能性が高くなるという問

題がある。これを問題Jと呼ぶことにする。以上の通り、前記第3の規定回数Dに相対的に小さい値を設定すると前記問題Iが発生し、前記第3の規定回数Dに相対的に大きい値を設定すれば前記問題Jが発生する。つまり、第3のディスク装置における問題点は、リードリトライの実行回数の上限値を一つしか持たないために、上限値(規定回数D)を大きくしても小さくしても、問題が発生するという点である。

【0013】本発明の目的は、リアルタイム再生が中断されることを避けつつ、誤りを含んだ再生情報を送出してしまうケースを少なくするディスク装置を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、ディスク装置がディスクから読み取った再生情報に誤りを検出した場合、キャッシュデータの容量が少なく、リードリトライを行う間にキャッシュデータが送出し尽くされてしまう可能性が極めて高い場合には、リアルタイム再生を中断させないためにリードリトライを行わず、前記再生情報をキャッシュデータとしてバッファメモリへ格納する。一方、キャッシュデータの容量が十分に確保されており、リードリトライを行う間にキャッシュデータが送出し尽くされる可能性が極めて低い場合には、リードリトライを行う様にする。その際、キャッシュデータの容量の大小に応じてリードリトライ実行回数の上限値を変更し、キャッシュデータの容量が大きくなるに従いリードリトライ実行回数の上限値を大きくし、より多くのリードリトライを行うことができる様にする。また、1回のリードリトライに要する時間が短くなるに従いリードリトライを行う間に送出されるキャッシュデータの容量も少なくなるので、1回のリードリトライに要する時間が短くなるに従い、0を除く最小のリードリトライ実行回数の上限値に対応する上記キャッシュデータの容量が小さくなる様にし、キャッシュデータの容量が小さくても出来る限りリードリトライを行うことができる様にする。なお、1回のリードリトライに要する時間は、ディスクの回転速度を考慮に入れて見積もるものとする。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、実施例を用い、図を参照して説明する。図1は本発明によるディスク装置の一実施例を示すブロック図である。図は光ディスク装置の一例であり、光ピックアップ103は、光ピックアップ103に内蔵された図示しないレーザダイオードから放射されるレーザ光を光ディスク101に照射し、その反射光を電気信号に変換して出力する。RF信号処理回路104は、光ピックアップ103より出力された電気信号から、データ信号とサーボエラー信号を生成する。データ信号はデジタル信号処理回路105へ入力され、サーボエラー信号はサーボプロ

セッサ108へ入力される。デジタル信号処理回路105は、入力されたデータ信号をデジタル化し、誤り検出および誤り訂正を行った後、これをバッファメモリ106に記録する。サーボプロセッサ108は、サーボエラー信号と、サーボプロセッサ108を介して得られたサーボエラー信号の状況をモニタするマイコン107からの指示とに従って、スピンドルモータ102や光ピックアップ103を制御し、所定の回転速度で光ディスク101を回転させると共に、光ディスク101上の所望の位置にレーザ光を位置付ける。

【0016】マイコン107は、デジタル信号処理回路105が、光ディスク101から読み取った情報に誤りがあることを検出した場合、必要に応じてリードリトライの実行を指示する。バッファメモリ106に蓄えられたキャッシュデータは、デジタル信号処理回路105を介して所定の転送レートでデジタル/アナログ変換器109へ送出され、ここでデジタル情報がアナログ信号へ変換された後、アナログ信号線110から図示しない映像あるいは音楽などの再生部に送出されることにより、映像あるいは音楽などのリアルタイム再生が行われる。または、バッファメモリ106に蓄えられたキャッシュデータは、デジタル信号処理回路105およびデータバス111を介してデジタル情報のままホストコンピュータ112へ送出され、映像あるいは音楽などの再生機能を備えたホストコンピュータ112がこの再生情報を所定の再生速度で再生することにより、リアルタイム再生が行われる。

【0017】光ディスクに記録されている情報は、セクタという基本単位に論理的に分割されている。例えば、Compact Disc (以下CDと称す。)における音楽の再生情報の場合、2352バイトの容量の情報が1セクタに割り当てられている。一方、光ディスク101には、このセクタと同容量の情報を収納する区画が内周側から順次配置されている。再生情報は所定の処理を施された後、同容量の情報を収容する単位量に区切られ、この区画に内周側から順次配置される。そこで便宜上、以後キャッシュデータの容量はセクタ単位で表記することとする。

【0018】以下、図1に示す光ディスク装置において、光ディスクから読み取った再生情報に誤りが含まれていた場合の、マイコンによる処理の流れを、図2および図3を用いて説明する。図2は本発明による光ディスク装置のバッファメモリのメモリ容量とリードリトライ実行回数の上限値の一実施例を示す模式図である。図2には、バッファメモリ106のメモリ空間と、このメモリ空間内に設けられた複数のメモリ容量の閾値と、夫々の閾値に対して定めたリードリトライ実行回数の上限値が示されている。Mはキャッシュデータの容量の最大値であり、バッファメモリ106の記録容量によって決まる。第1の閾値X、第2の閾値Y、第3の閾値Z (0<

$X < Y < Z < M$ ) は、夫々、バッファメモリ106におけるメモリ容量の閾値であり、また、第1の規定回数P、第2の規定回数Q、第3の規定回数R ( $0 < P < Q < R$ ) は、夫々、閾値X、Y、Zに対して定められたリードリトライ実行回数の上限值である。以下、本実施例においては、キャッシュデータの容量がX以下の場合、Xより大きくY以下の場合、Yより大きくZ以下の場合、Zより大きい場合の、リードリトライ実行回数の上限値をそれぞれ、0回、P回、Q回、R回として説明する。

【0019】図3は光ディスクから読み取った再生情報に誤りが含まれていた場合の処理動作の一実施例を示すフローチャートである。本実施例では、キャッシュデータの容量が大きくなるにつれてリードリトライの実行回数の上限値を大きくできるように、マイコン107による処理を行うことができる。再生情報に誤りを検出した場合、光ディスク装置はその都度、その時点におけるキャッシュデータの容量L、および、誤りを含む或るセクタの再生情報に対してこれまでに行ったリードリトライの総実行回数Nを確認し、この時点における光ディスク101の回転速度をもとに1回のリードリトライに要する時間を見積もり、これを考慮した上で閾値X、Y、Z、および、規定回数P、Q、Rへ適切な値を設定する。なお、閾値X、Y、Z、および、規定回数P、Q、Rに対する適切な値の設定方法については後述する。

【0020】図3のフローはセクタ毎の処理動作を示す。従って、再生情報の誤りがあり、このフローにしたがってリードリトライを行い、さらにリードリトライを行う場合には、再度このフローを繰り返すことになる。まず、ステップ300で読み出した再生情報に誤りを検出したか否かを判別する。誤りを検出しなかった場合には、ステップ312に移行して、リードリトライせずに再生情報をキャッシュデータとしてバッファメモリに記録する。再生情報に誤りを検出した場合、ステップ301で、光ディスク装置はその都度、その時点におけるキャッシュデータの容量L、および、誤りを含むこのセクタの再生情報に対してこれまでに行ったリードリトライの総実行回数Nを確認する。その後、ステップ302で、この時点における光ディスク101の回転速度をもとに1回のリードリトライに要する時間を見積もり、これを考慮した上で閾値X、Y、Z、および、規定回数P、Q、Rへ適切な値を設定する。

【0021】次に、ステップ303で、キャッシュデータの容量Lが閾値Zより大きいかな否かを判別する。大きい場合(Yesの場合)には、ステップ304で、誤りを含むこのセクタの再生情報に対してこれまでに行ったリードリトライの総実行回数Nが規定回数R未満であるか否かを判別し、規定回数R未満である場合には、ステップ305でリードリトライを実行する。ステップ304で総実行回数NがR以上である場合はステップ312

に移行して、そのままこの再生情報をバッファメモリ106に記録する。この結果、ステップ303でYesと判別された場合は、最大R回までのリードリトライが可能であり、誤りのない再生情報を取得する機会を多数設けることができる。

【0022】次に、ステップ303でキャッシュデータの容量Lが閾値Z以下の場合(Noの場合)には、ステップ306に移行して、キャッシュデータの容量Lが閾値Z以下、且つ、閾値Yより大きいかな否かを判別し、閾値Yよりも大きい場合(Yesの場合)には、ステップ307で、誤りを含むこのセクタの再生情報に対してこれまでに行ったリードリトライの総実行回数Nが規定回数Q未満であるか否かを判別し、総実行回数Nが規定回数Q未満の場合に限り、ステップ308でリードリトライを行う。総実行回数NがQ以上である場合は、ステップ312に移行して、そのまま、この再生情報をバッファメモリ106へ記録する。この結果、ステップ306でYesと判別された場合は、最大Q回までのリードリトライが可能であり、誤りのない再生情報を取得する機会を多数設けながらも、再生情報が常に訂正不可能となる誤りを含む場合には、R(>Q)回のリードリトライを行う場合よりも早く次の再生情報の読み取り動作へ移行することができ、キャッシュデータの容量減少を抑制することができる。

【0023】ステップ306で、キャッシュデータの容量Lが閾値Y以下の場合にはステップ309に移行する。ステップ309で、キャッシュデータの容量Lが閾値Y以下、且つ、閾値Xより大きいかな否かを判別し、大きい場合には、ステップ310に移行して、誤りを含むこのセクタの再生情報に対してこれまでに行ったリードリトライの総実行回数Nが規定回数P未満であるかを判別する。規定回数P未満の場合には、ステップ311に移行してリードリトライを行う。総実行回数Nが規定回数P以上である場合には、ステップ312に移行して、この再生情報をバッファメモリ106に記録する。この結果、ステップ309でYesと判別された場合は、最大P回までのリードリトライが可能であり、誤りのない再生情報を取得する機会を設けながらも、再生情報が常に訂正不可能となる誤りを含む場合には、Q(>P)回のリードリトライを行う場合よりも更に早く次の再生情報の読み取り動作へ移行することができ、キャッシュデータの容量減少を更に抑制することができる。

【0024】最後に、ステップ309でキャッシュデータの容量Lが閾値X以下の場合には、リードリトライを行わず、このまま再生情報をバッファメモリ106に記録する。この結果、ステップ309でNoの場合、つまり、キャッシュデータの容量にリードリトライを行うだけの余裕がない場合は、リードリトライを行わず、リアルタイム再生が中断されることを避けることができる。

【0025】上記に説明した内容を、キャッシュデータ

容量の時間的変化に観点を置き、図4を用いて説明する。図4は本発明による光ディスク装置におけるキャッシュデータ容量の時間的変化の一実施例を示す特性図であり、横軸に時間を示し、縦軸にキャッシュデータ容量Lを示す。縦軸上のX、Y、Zはリードリトライ実行回数の上限値を定めるメモリ容量の閾値である。図に示す0、P、Q、Rはそれぞれキャッシュデータの容量Lがメモリ容量の閾値X以下の場合、Xより大きくY以下の場合、Yより大きくZ以下の場合、Zより大きい場合のリードリトライ実行回数の上限値を示す。今、仮に、P=1、Q=2、R=4とする。また、時間0は再生を開始した後所定の時間が経過した場合のキャッシュデータ容量を示す。特性線400はキャッシュデータ容量Lの時間的変化を示す。時刻0から時刻t<sub>1</sub>までは、読み取り速度の方がキャッシュデータの送出速度より大きく、読み取り動作に異常が無いため、バッファメモリ内のキャッシュデータの容量Lは増加してゆく。なお、時刻0から時刻t<sub>1</sub>において、あるいは時刻t<sub>1</sub>以上において、キャッシュデータ容量Lが小さく上下しながら、全体として上昇しているのは、マイコン107での管理がセクタ単位であり、マイコン107から見ると図のように見えることを示している。

【0026】時刻t<sub>1</sub>において読み出し誤りが発生したとする。この場合、図3のスタートから処理動作が開始される。時刻t<sub>1</sub>におけるキャッシュデータの容量Lは閾値Zよりも大きいため、リードリトライ実行回数の上限値をR=4としてセクタ単位のリードリトライを開始する。以後リードリトライを実行する間はデータがバッファメモリに入力されないため、情報再生の所定の速度でキャッシュデータが送出され、容量が減少してゆく。1回目のリードリトライが終了した時刻t<sub>2</sub>においても読み出し誤りが発生したとすると、また、図3のスタートから処理動作が開始される。時刻t<sub>2</sub>におけるキャッシュデータの容量LはYより大きくZ以下であるから、リードリトライ実行回数の上限値はQ=2に置き換えられる。この時のリードリトライの総実行回数は1回で、上限値Q=2より小さいため、セクタ単位のリードリトライを再度実行する。2回目のリードリトライを終了した時刻t<sub>3</sub>において、キャッシュデータの容量LはYより大きくZ以下であるから、リードリトライ実行回数の上限値はQ=2のままである。一方、この時のリードリトライの総実行回数は2回であり、この時点におけるリードリトライ実行回数は上限値に達しているため、仮に、読み出し誤りが発生していたとしても、これ以上はリードリトライを行わず、現状のデータを受け入れ、次のデータの読み取りに移る。

【0027】図4の特性線400について、図3を用いて説明する。時刻t<sub>1</sub>で読み出し誤りが発生すると、マイコン107は図3の処理動作を行う。ステップ300から始まり、ステップ303でキャッシュデータの容量

Lと閾値の判別が行われる。キャッシュデータの容量Lは閾値Zより大きいため、ステップ303ではYesとなり、ステップ304に移行する。ここで、総実行回数Nは0であり、Rは4なので、ステップ305でリードリトライが行なわれる。図4の時刻t<sub>1</sub>でまた読み出し誤りが発生している場合には、図3のスタートから始まる。ステップ303では、キャッシュデータの容量Lが閾値Zと閾値Yの間にあるためNoとなり、ステップ306に移行する。ステップ306で、キャッシュデータの容量Lは閾値Yより大きいため、ステップ307に移行する。ステップ307において、Qは2であり、総実行回数Nは1なので、ステップ308でリードリトライされる。時刻t<sub>2</sub>で読み出し誤りが発生している場合には、図3のスタートから始まる。時刻t<sub>2</sub>ではキャッシュデータの容量Lは閾値Zと閾値Yの間なので、ステップ303はNoとなり、ステップ306はYesと判別され、ステップ307に移行する。この場合、総実行回数Nは2であり、Qは2なので、ステップ307でYesと判断され、リードリトライは行われず、ステップ312で再生情報はバッファメモリ106に記録される。

【0028】本実施例においては、キャッシュデータの容量Lの閾値としてX、Y、Zの3つの値を設けたが、2つ以上の閾値を設けることにより、本発明の効果を得ることができるのは明白である。

【0029】以下、本実施例におけるリードリトライ実行回数の上限値を規定するメモリ容量の閾値X、Y、Z、および、閾値X、Y、Zに対して定めるリードリトライ実行回数の上限値P、Q、Rへ、適切な値を設定する方法について述べる。リードリトライの実行回数の上限値を規定するメモリ容量の閾値を設定する際、この閾値に対して定められたリードリトライ実行回数の上限値の回数だけリードリトライを実行したとしても、キャッシュデータの容量がこの閾値のメモリ容量より大きければ、キャッシュデータが無くならないだけのメモリ容量を、閾値として確保する必要がある。光ディスクに記録された映像や音楽の再生情報のチャネルビットレートにより、キャッシュデータ1セクタ分の再生情報が送出されるのに要する時間は決まっている。そのため実施例では、上限値の回数だけリードリトライを行うのに要する時間を見積もり、その間に送出されるキャッシュデータの容量を上回るメモリ容量を各閾値へ設定する。例えば、第1のメモリ容量の閾値Xを設定するためには、この閾値に対して定められたリードリトライ実行回数の上限値である規定回数Pの回数だけリードリトライを行うのに要する時間を見積もり、その間に送出されるキャッシュデータの容量と同等以上の値を、第1のメモリ容量の閾値Xとして設定する。この場合、キャッシュデータの容量が小さい場合でも出来る限りリードリトライを行うことができる様にするためには、閾値Xを出来る限り小さくする必要がある。そのためには、規定回数Pの回



数だけリードリトライを行うのに要する時間を短くする必要がある。1回のリードリトライに要する時間は、同一の光ディスク装置における同一の読み取り条件下では、ほぼ一定と見なすことができるため、規定回数Pの回数だけリードリトライを行うのに要する時間を短くするためには、規定回数P自体を小さくする必要がある。従って、キャッシュデータの容量が少ない場合でも出来る限りリードリトライを行うことができる様にするために、規定回数Pへ、0を超える最小の整数値である1を設定するものとする。

【0030】次に、規定回数Pへ1を設定した場合の、閾値Xへ適切な値を設定する方法について述べる。1回のリードリトライを行うのに要する時間は、概ね、光ピックアップ103が光ディスク101上を1トラック分リバースジャンプし、その後、光ピックアップ103が光ディスク101上のリードリトライすべき再生情報のある位置まで再度到達する（即ち、光ディスク101が約1回転する）までの時間と見なすことができる。光ディスク101が1回転する時間は、光ディスク装置が光ディスク101を回転させる回転速度に依存し、その値は、光ディスク装置が光ディスク101から再生情報を読み取る転送レートと、光ディスク装置が光ディスク101を回転させる制御方式とによって決まる。光ディスク装置が光ディスク101を回転させる制御方式には、一般的に、Constant Linear Velocity（以下CLVと称す。）方式と、Constant Angular Velocity（以下CAVと称す。）方式とがある。

【0031】CLV方式の場合、光ディスク101は常に一定の線速度で回転しているため、光ディスク装置が光ディスク101から再生情報を読み取る転送レートに加えて、読み取るべき再生情報が光ディスク101上の半径方向の、どの位置に存在するかによって、光ディスク101が1回転するのに要する時間が変化する。従って、読み取るべき再生情報に割り当てられた物理アドレスから、この再生情報の存在する光ディスク101上の半径方向の位置を求め、これと、光ディスク装置が光ディスク101から再生情報を読み取る転送レートとから決まる光ディスク101の回転速度より、光ディスク101が1回転するのに要する時間を計算する。

【0032】一方、CAV方式の場合は、光ディスク101は常に一定の角速度で回転しているため、読み取る\*

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{1.6l/\pi + 25^2} \\ &= \sqrt{1.6(p \times v)/\pi + 25^2} \\ &= \sqrt{1.6\{(minute \times 60) + (second) + (frame \div 75)\} \times v / \pi + 25^2} \quad (\text{mm}) \quad \cdots \cdots (数1) \end{aligned}$$

となり、物理アドレスからCD上の半径を求めることができる。

【0035】次に、この物理アドレスに割り当てられた

\*べき再生情報が光ディスク101上の半径方向の、どの位置に存在するかに関らず、光ディスク101が1回転するのに要する時間は一定である。従って、光ディスク装置が光ディスク101から再生情報を読み取る転送レートによって決まる光ディスク101の回転速度から、光ディスク101が1回転するのに要する時間を計算する。

【0033】ここで、光ディスクが1回転するのに要する時間を計算する方法を、CDを例に挙げて説明する。

CDは規格上、実際に再生情報が記録される領域（プログラムエリア）は、半径25（mm）から半径58（mm）の間であり、トラックピッチは1.6（μm）、CLVの線速度は1倍速の転送レートで再生情報を読み取る場合、1.2（m/s）から1.4（m/s）の間の固定値である。また、再生情報の物理アドレスは「分、秒、フレーム」という単位で表記され、プログラムエリアの先頭（最内周）を「0分0秒0フレーム」として、以降、外周へ向けて順番に割り当てられている。

【0034】初めに、或る物理アドレス「minute（分）、second（秒）、frame（フレーム）」（minute、second、frameは夫々、 $0 \leq \text{minute} \leq 99$ 、 $0 \leq \text{second} \leq 59$ 、 $0 \leq \text{frame} \leq 74$ を満たす任意の整数値）に割り当てられた再生情報が存在する光ディスク上の位置を求める。便宜上、上記物理アドレスを「秒」単位に換算して表示したものをpとおくと、

$$p = (\text{minute} \times 60) + (\text{second}) + (\text{frame} \div 75) \quad (\text{s})$$

となる。この値を用いると、プログラムエリアの先頭から、上記物理アドレスの存在する位置までの総線長は、線速度をv（m/s）と仮定すると、

$$l = p \times v \quad (\text{m})$$

となる。上記物理アドレスが存在する位置におけるCD上の半径をr（mm）とすると、この総線長は、半径r（mm）までのプログラムエリアの面積s（m<sup>2</sup>）をトラックピッチ1.6（μm）で割った値と考えることができる。従って、

$$\begin{aligned} l &= s \div (1.6 \times 10^{-6}) \quad (\text{m}) \\ &= \{(r \times 10^{-3})^2 \times \pi - (25 \times 10^{-3})^2 \times \pi\} \div (1.6 \times 10^{-6}) \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

となり、これより、上記物理アドレスが存在する位置におけるCD上の半径r（mm）は、

再生情報を光ディスク装置が読み取る際、光ディスクが1回転するのに要する時間を求める。光ディスク装置が、線速度v（m/s）の光ディスクを、n倍速の転送

レートでCLV方式によって読み取っている場合、上記 \* 時間  $t_{clv}$  は  
物理アドレスの位置で光ディスクが1回転するのに要する\*

$$t_{clv} = 2\pi (r \times 10^{-3}) \div (v \times n) \text{ (s)} \dots\dots \text{(数2)}$$

となる。ここで  $r$  は、先に求めた、(数1) により表される値である。

【0036】一方、光ディスク装置が、線速度  $v$  (m/s) の光ディスクを、最内周 (半径2.5 (mm)) の位※

$$t_{cav} = 2\pi (2.5 \times 10^{-3}) \div (v \times n) \text{ (s)} \dots\dots \text{(数3)}$$

となる。

【0037】前述の通り、光ディスクに記録された映像や音楽の再生情報のチャンネルビットレートにより、キャッシュデータ1セクタ分の再生情報が送出されるのに要する時間は決まっている。この時間を  $T1$  と表記する。また、光ディスク101が1回転するのに要する時間を、この計算によって求めた  $t_{clv}$ 、 $t_{cav}$  を一般化して  $T2$  と表記する。すると、光ディスク101が1回転する間に送出されるキャッシュデータの容量  $L$  は、 $T2/T1$  セクタ分となる。

【0038】従って、本実施例におけるリードリトライ実行回数の上限值を規定する第1のメモリ容量の閾値  $X$  を設定する際には、少なくとも  $T2/T1$  セクタ分以上の値とする必要がある。実際には、光ピックアップ10★

$$\begin{aligned} T2/T1 &= t_{clv} / (1/75) \\ &= \{2\pi (r \times 10^{-3}) \div (1.2 \times 4)\} / (1/75) \\ &\approx 0.1r \text{ (セクタ)} \end{aligned}$$

となる。なお、上記  $r$  は、読み取るべき再生情報がCD上の半径方向の、どの位置に存在するかを示し、その値は、再生情報に割り当てられた物理アドレスより、先に求めた、(数1) を用いて求める。一例として、読み取るべき再生情報がCDの最内周に存在する場合は、 $r = 2.5$  (mm) を代入し、端数を切り上げて整数化する。

$$T2/T1 \approx 2.5 \approx 3 \text{ (セクタ)}$$

また、読み取るべき再生情報がこのCDの最外周に存在する場合は、 $r = 5.8$  (mm) を代入し、(以下、同様に端数を切り上げて整数化するものとする。)

$$T2/T1 \approx 5.8 \approx 6 \text{ (セクタ)}$$

となる。

【0040】上記により求めた  $T2/T1$  に、上記  $T3/T1$  のマージン分を加えて閾値  $X$  を求めることになるが、時間  $T3$  は、理論的に求められる値ではなく、実験的に求めた値を用いる。この  $T3$  に相対的に大きい値を設定すると、 $T3/T1$  のマージン分が大きくなり、リードリトライを行う機会が相対的に減少してしまう。一方、 $T3$  に相対的に小さい値を設定すると、 $T3/T1$  のマージン分が小さくなるため、リードリトライを行う機会が相対的に増加するが、光ピックアップ103の制☆

$$\begin{aligned} T2/T1 &= t_{clv} / (1/75) \\ &= \{2\pi (r \times 10^{-3}) \div (1.2 \times 8)\} / (1/75) \\ &\approx 0.05r \text{ (セクタ)} \end{aligned}$$

\* 時間  $t_{clv}$  は

※置において  $n$  倍速の転送レートが得られる様な角速度をもって、CAV方式によって読み取っている場合、光ディスクが1回転するのに要する時間  $t_{cav}$  は

★3が1トラック分リバースジャンプするのに要する時

間、および、その制御に失敗した場合、制御を回復するのに要する時間といった、上記  $T2$  以外に要する時間 (これを  $T3$  ( $>0$ ) と表記する。) を加味し、 $(T2 + T3)/T1$  セクタ分以上の値を閾値  $X$  の値として設定するものとする。

【0039】次に、実際に閾値  $X$  を設定する方法の一例を、CDを例に挙げて説明する。CDをリアルタイム再生する場合は、規格上、1秒間に75セクタ分の再生情報がキャッシュデータから送出されることになる。仮に、光ディスク装置が再生情報を、線速度1.2 (m/s) のCDから4倍速CLV方式で読み取っているとすると、このCDが1回転する間に送出されるキャッシュデータの容量は、先に求めた、(数2) を用いて、

☆御に失敗する等の異常事態が発生した場合には、リアルタイム再生が中断される可能性が相対的に高くなる。よって、 $T3$  は、光ディスク装置の特性に合わせて適当な値を設定するものとする。

【0041】ここでは、一例として、 $T3/T1 \approx 2.4$  (セクタ)

になる様に  $T3$  を設定すると仮定する。すると、閾値  $X$  は、一例として、読み取るべき再生情報がCDの最内周に存在する場合は、

$$X = (T2 + T3)/T1 = (T2/T1) + (T3/T1) \approx 3 + 2.4 = 2.7 \text{ (セクタ)}$$

となり、また、読み取るべき再生情報がCDの最外周に存在する場合は、

$$X = (T2 + T3)/T1 = (T2/T1) + (T3/T1) \approx 6 + 2.4 = 3.0 \text{ (セクタ)}$$

となる。

【0042】次に、光ディスク装置が再生情報を読み取る転送レートを変え、CDを8倍速CLV方式で読み取っている場合を考える。この場合、CDが1回転する間に送出されるキャッシュデータの容量は、先に求めた、(数2) を用いて、

となる。なお、上記 $r$ は、読み取るべき再生情報がCD上の半径方向の、どの位置に存在するかを示し、その値は、再生情報に割り当てられた物理アドレスより、先に求めた、(数1)を用いて求める。

【0043】一例として、読み取るべき再生情報がCDの最内周、最外周に存在する場合は、それぞれ $r=25$ (mm)、 $r=58$ (mm)を代入し、

$T2/T1 \approx 1.2 \approx 2$ (セクタ)(最内周の場合)

$T2/T1 \approx 2.8 \approx 3$ (セクタ)(最外周の場合)

となり、 $T3/T1$ のマージン分を、先と同様24セクタと仮定すると、閾値 $X$ は、

$$X = (T2/T1) + (T3/T1)$$

$$\approx 2 + 24 = 26 \text{ (セクタ) (最内周の場合)}$$

$$T2/T1 = t_{CAV} / (1/75)$$

$$= \{2\pi(25 \times 10^{-3}) \div (1.2 \times 4)\} / (1/75)$$

$$\approx 2.5 \approx 3 \text{ (セクタ)}$$

となる。 $T3/T1$ のマージン分を、先と同様24(セクタ)と仮定すると、閾値 $X$ は、

$$X = (T2/T1) + (T3/T1) \approx 3 + 24 = 27 \text{ (セクタ)}$$

となる。

$$T2/T1 = t_{CAV} / (1/75)$$

$$= \{2\pi(25 \times 10^{-3}) \div (1.2 \times 8)\} / (1/75)$$

$$\approx 1.2 \approx 2 \text{ (セクタ)}$$

となり、 $T3/T1$ のマージン分を、先と同様24(セクタ)と仮定すると、閾値 $X$ は、

$$X = (T2/T1) + (T3/T1) \approx 2 + 24 = 26 \text{ (セクタ)}$$

となる。この様に、光ディスク装置が光ディスクをCAV方式で読み取っている場合は、光ディスクの線速度と、光ディスク装置が再生情報を読み取る転送レートとによって、1回のリードリトライに要する時間を見積もり、これを考慮した上で、閾値 $X$ の値を設定する。

【0046】次に、第2、第3のメモリ容量の閾値 $Y$ 、 $Z$ へ、適切な値を設定する方法について述べる。メモリ容量の閾値を1段階大きく設定する際は、閾値1段階分のメモリ容量差が、1回のリードリトライを実行する間に送出されると見積もられるメモリ容量以上となる様に設定するのが妥当である。光ピックアップ103が光ディスク101上を1トラック分リバースジャンプするのに要する時間は、通常、光ディスク101が1回転するのに要する時間に比して、十分小さいと見なすことができる。従って、1回のリードリトライを実行する間に送出されるキャッシュデータの容量を、マージン分である $T3/T1$ セクタ分を無視し、 $T2/T1$ セクタ分と見なすと仮定すれば、閾値 $Y$ へは、閾値 $X$ に対して少なくとも $T2/T1$ セクタ分以上のメモリ容量を加算した値を設定し、前期閾値 $Z$ へは、閾値 $Y$ に対して少なくとも $T2/T1$ セクタ分以上のメモリ容量を加算した値を設定する必要がある。

$$* X = (T2/T1) + (T3/T1)$$

$$\approx 3 + 24 = 27 \text{ (セクタ) (最外周の場合)}$$

となる。この様に、光ディスク装置が光ディスクをCLV方式で読み取っている場合は、光ディスクの線速度、読み取るべき再生情報の存在する光ディスク上の位置、および、光ディスク装置が再生情報を読み取る転送レートとから、1回のリードリトライに要する時間を見積もり、これを考慮した上で、閾値 $X$ の値を設定する。

【0044】次に、光ディスク装置が再生情報を、線速度1.2(m/s)のCDから4倍速CAV方式で読み取っている場合を考える。この場合は、CDが1回転する間に送出されるキャッシュデータの容量は、先に求めた、(数3)を用いて、

※【0045】次に、光ディスク装置が再生情報を読み取る転送レートを変え、CDを8倍速CAV方式で読み取っている場合を考える。この場合、CDが1回転する間に送出されるキャッシュデータの容量は、先に求めた、(数3)を用いて、

【0047】実際には、現在リードリトライの対象となっている再生情報の、更に次の再生情報に対してもリードリトライを行う機会を残すことを可能にするために、閾値 $Y$ へは、閾値 $X$ に対して少なくとも $(T2/T1) \times P$ セクタ分以上のメモリ容量を加算した値を設定し、閾値 $Z$ へは、閾値 $Y$ に対して少なくとも $(T2/T1) \times Q$ セクタ分以上のメモリ容量を加算した値を設定するものとする。

【0048】この様に設定することにより、1回のリードリトライを実行する間に送出されるキャッシュデータの容量を、マージン分である $T3/T1$ セクタ分を無視し、 $T2/T1$ セクタ分と見なすと仮定すれば、キャッシュデータの容量が閾値 $Y$ より大きく閾値 $Z$ 以下の場合は、少なくとも $P(=1)$ 回、最大で $Q$ 回のリードリトライを行うことができ、更に、この回数だけリードリトライを実行した後も、キャッシュデータの容量は、少なくとも閾値 $X$ を上回る状態にある。仮に、これまでリードリトライの対象となっていた再生情報が、この上限値の回数だけリードリトライを行ったとした場合、再生情報は誤りの有無に関らずキャッシュデータとしてバッファメモリ106へ記録され、また、読み取り速度の方がキャッシュデータの送出速度よりも大きいため、このリードリトライの対象となっていた再生情報の更に次の再生情報の読み取りにおいて誤りを検出した場合、この時点におけるキャッシュデータの容量は依然として、少なくとも閾値 $X$ を上回る状態にある。その結果、これまで

リードリトライの対象となっていた再生情報の更に次の再生情報に対して誤りを検出した場合、少なくともP (=1) 回のリードリトライを行う機会を残すことが可能となる。

【0049】また、同様に1回のリードリトライを実行する間に送出されるキャッシュデータの容量を、マージン分であるT3/T1セクタ分を無視し、T2/T1セクタ分と見なすと仮定すれば、キャッシュデータの容量が閾値Zより大きい場合には、少なくともQ回、最大でR回のリードリトライを行うことができ、更に、この回数だけリードリトライを実行した後も、キャッシュデータの容量は、少なくとも閾値Yを上回る状態にある。仮に、これまでリードリトライの対象となっていた再生情報が、上限値の回数だけリードリトライを行ったとした場合、再生情報は誤りの有無に関らずキャッシュデータとしてバッファメモリ106へ記録される。また、読み取り速度の方がキャッシュデータの送出速度よりも大きいため、リードリトライの対象となっていた再生情報の更に次の再生情報の読み取りにおいて誤りを検出した場合、この時点におけるキャッシュデータの容量は依然として、少なくとも閾値Yを上回る状態にある。その結果、これまでリードリトライの対象となっていた再生情報の更に次の再生情報に対して誤りを検出した場合、この時点におけるキャッシュデータの容量が閾値Z以下の場合には、少なくともP (=1) 回、最大でQ回のリードリトライを行う機会を残すことができ、キャッシュデータの容量が閾値Zより大きい場合には、少なくともQ回、最大でR回のリードリトライを行う機会を残すことが可能となる。

【0050】次に、閾値Y、Zに対して定める第2、第3のリードリトライ実行回数の上限値Q、Rに対して適切な値を設定する方法について述べる。上限値Qへは、上限値Pより1以上大きい整数値を設定し、上限値Rへは、上限値Qより1以上大きい整数値を設定する。その際、上限値Q、Rへ無条件に大きい値を設定すると、メモリ容量の閾値X、Y、Zを前記の方法により定める結果、閾値Zが、バッファメモリ106の記録容量を超える可能性がある。従って、メモリ容量の閾値X、Y、Zを上記の方法により定める結果、閾値Zが、バッファメモリ106の記録容量未満となる様に設定可能な範囲内の値を、上限値Q、Rとして設定するものとする。

【0051】上限値Q、Rの設定方法としては、 $Q=P+1$ 、 $R=Q+1$ の様に、メモリ容量の閾値が1段階大きくなる毎に、リードリトライ実行回数の上限値も1ずつ大きくする方法の他、メモリ容量の閾値が1段階大きくなる毎に、リードリトライ実行回数の上限値を $Q=P+2$ 、 $R=Q+4$ の様に、一気に2以上大きくすることも可能である。ここで、メモリ容量の閾値が1段階大きくなる毎に、リードリトライ実行回数の上限値を1ずつ大きくした場合は、一気に2以上大きくした場合より

も、リードリトライ実行回数の上限値を細かく変更することが可能となる反面、或る回数 $m$  ( $m$ は正整数) 以上のリードリトライを行うことができる様にするためには、それと同数 ( $m$ ) のメモリ容量の閾値を設ける必要があり、そのため、リードリトライ実行回数の上限値が3以上 ( $m \geq 3$ ) になるためには、より大きい容量のキャッシュデータが必要となる。これに対し、メモリ容量の閾値が1段階大きくなる際に、リードリトライ実行回数の上限値を2以上大きくした場合は、1ずつ大きくした場合よりも、リードリトライ実行回数の上限値を細かく変更することはできなくなる反面、リードリトライ実行回数の上限値が3以上 ( $m \geq 3$ ) となるために必要なキャッシュデータの容量は少なくて済む。

【0052】光ディスク101に傷などがついておらず、リードリトライが必要となる状況が少なくと考えられる場合には、キャッシュデータの容量は常にバッファメモリ106のメモリ容量の上限値付近にあると考えられるため、メモリ容量の閾値が1段階大きくなる際、リードリトライ実行回数の上限値が2以上大きくなる様に設定しておけば、万一、リードリトライが必要な状況に陥った場合、より多くのリードリトライを試みる事が可能となる。逆に、光ディスク101に多くの傷がついており、リードリトライが必要となる状況が頻発すると考えられる場合には、キャッシュデータの容量はバッファメモリ106のメモリ容量の上限値付近で安定しているとは限らないため、メモリ容量の閾値が1段階大きくなる毎にリードリトライ実行回数の上限値が1ずつ大きくなる様に設定することにより、キャッシュデータ容量の変化に細かく対応したリードリトライ実行回数の上限値を設定することが可能となる。

【0053】リードリトライ実行回数の上限値Q、Rの設定方法の一実施例を挙げるならば、光ディスク装置が光ディスク101から再生情報を読み取り始めた時点においては、キャッシュデータの容量はバッファメモリ106のメモリ容量の上限値付近で安定しているわけではないため、 $Q=2$ 、 $R=3$ としてキャッシュデータ容量の変化に細かく対応したリードリトライ実行回数の上限値を設定しておき、その後、キャッシュデータの容量が順調に増え、バッファメモリ106のメモリ容量の上限値付近に達した時点で、上限値Q、Rを、例えば $Q=3$ 、 $R=5$ の様に變更し、万一、リードリトライが必要な状況に陥った場合、より多くのリードリトライを試みる事が可能な様にするという方法をとることも可能である。

【0054】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、リアルタイム再生が中断されることを避けつつ、誤りを含んだ再生情報に対して多くのリードリトライを行うことが可能となり、誤りを含んだ再生情報を送出してしまうケースを少なくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるディスク装置の一実施例を示すブロック図である。

【図2】本発明による光ディスク装置のバッファメモリのメモリ容量とリードリトライ実行回数の上限值の一実施例を示す模式図である。

【図3】光ディスクから読み取った再生情報に誤りが含まれていた場合の処理動作の一実施例を示すフローチャートである。

【図4】本発明による光ディスク装置におけるキャッシュメモ

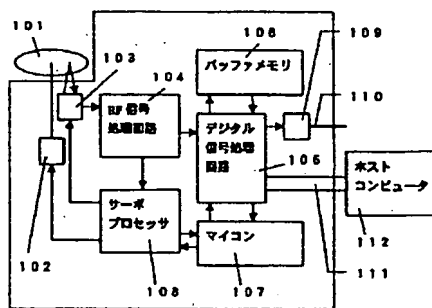
リデータ容量の時間的変化の一実施例を示す特性図である。

【符号の説明】

101…光ディスク、102…スピンドルモータ、103…光ピックアップ、104…RF信号処理回路、105…デジタル信号処理回路、106…バッファメモリ、107…マイコン、108…サーボプロセッサ、109…デジタル/アナログ変換器、110…アナログ信号線、111…データバス、112…ホストコンピュータ。

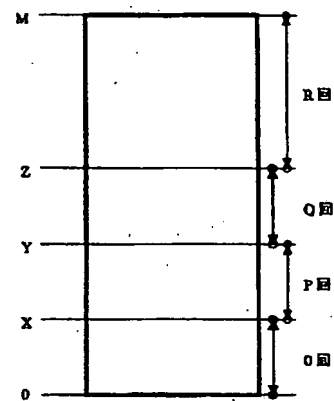
【図1】

図1



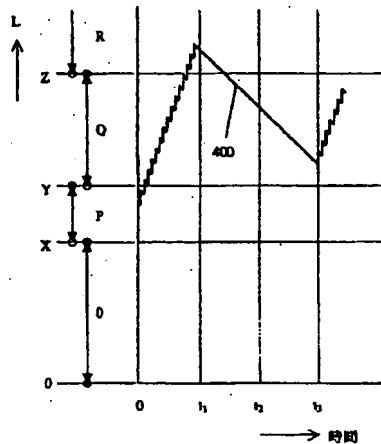
【図2】

図2



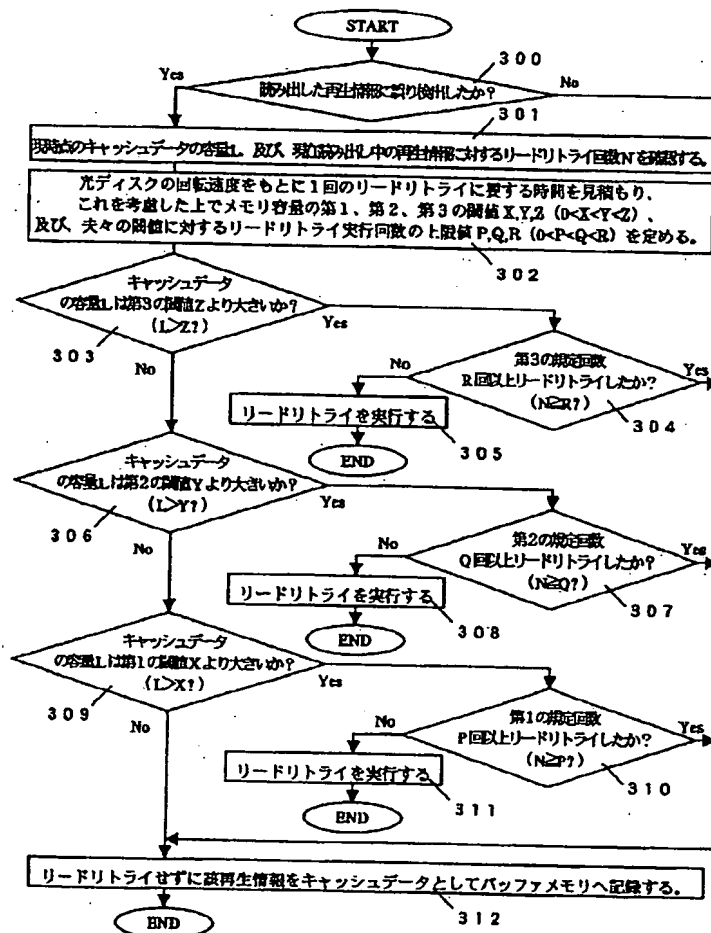
【図4】

図4



【図3】

図3



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

識別記号

FI

キーワード(参考)

G06F 3/06

305

G06F 3/06

305K

12/08

501

12/08

501G

541

541D

13/38

310

13/38

310D

G11B 20/10

G11B 20/10

A

H04N 5/85

H04N 5/85

Z

Fターム(参考) SB005 JJ12 MM11

SB065 BA01 CE14 EA04

SB077 DD11

SC052 AA02 AC00 BB01 DD09 DD10

SD044 AB05 AB07 BC03 CC06 DE12

DE69 DE83 FG10 FG18 GK12